



Universidade Federal do ABC
Fundamentos de Processamento Gráfico 2023.3
Prof. Celso Setsuo Kurashima

Nuclear Decay Chain Interactive Graphic System (NDCIGS)

Andressa Guimaraes Benedicto 11201810280
Heitor Rodrigues Savegnago 11077415
Kaleb Lucas da Silva Alves 21049916
Pedro Domingos Napole Certo 11201722682

Sumário

Proposta	2
Visão geral do programa	3
Código	5
Teste de Campo	6
Mudanças para versões futuras	6
Conclusão	6
Referências	7

Relatório - Projeto Final

Proposta

Quando os números de prótons e de nêutrons no núcleo de um isótopo não o confere estabilidade, o átomo passa por um processo conhecido como decaimento radioativo. Nesse evento, o núcleo emite radiações alfa, beta e gama e aquele átomo se torna de outro elemento.

O presente projeto propõe representar de forma gráfica o decaimento de elementos radioativos de uma forma interativa e didática. Selecionamos a cadeia do Urânio como base para montarmos a simulação, como representada na Figura 1.

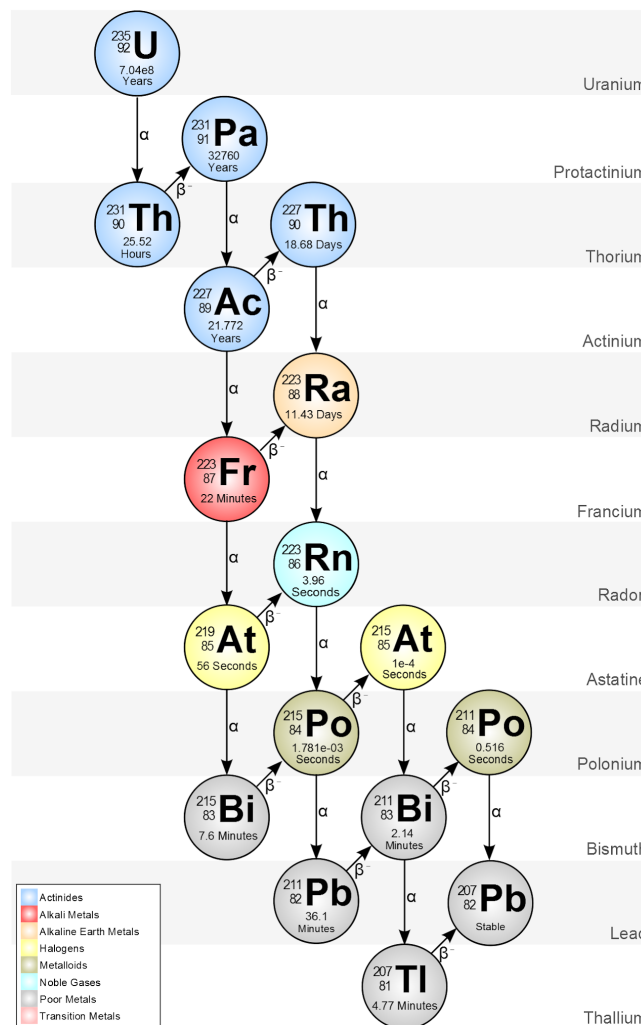
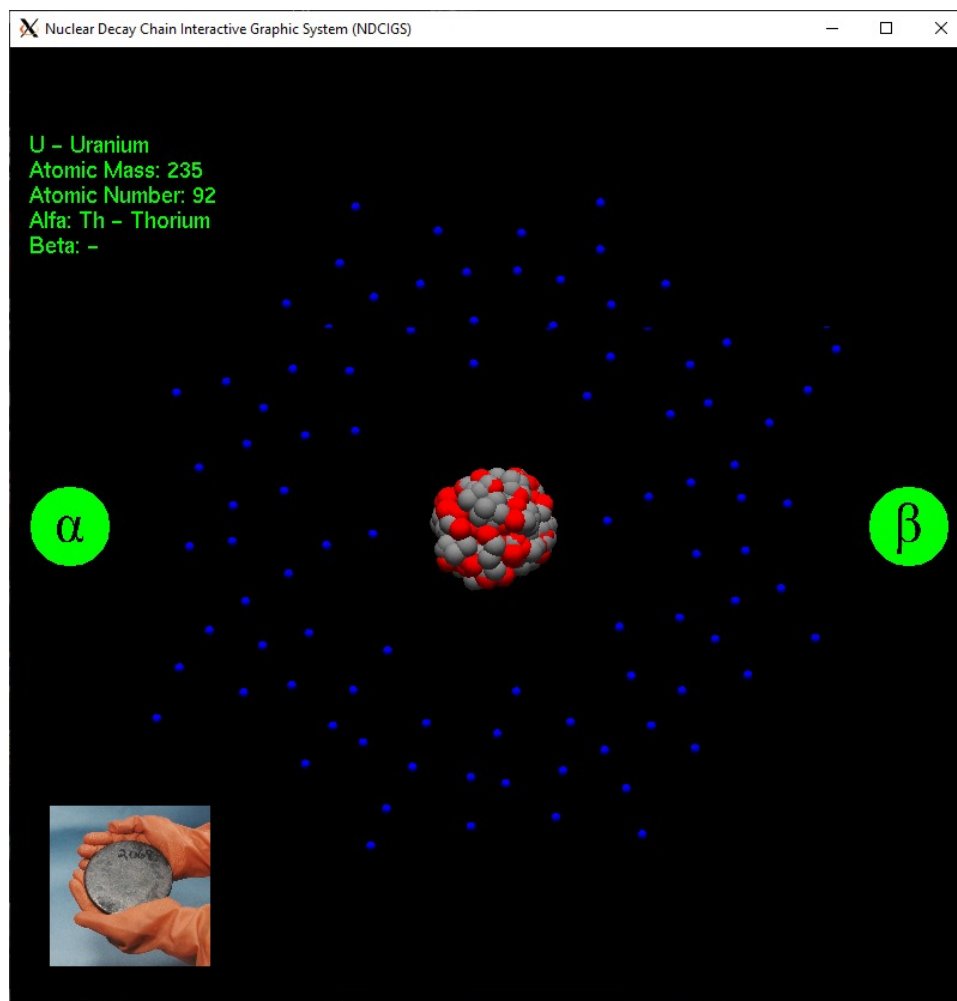


Figura 1 - decaimento do Urânio

A proposta inicial é de fazer um programa com diversas telas, cada uma relativa a um elemento, em que o usuário possa interagir através do teclado, caminhando na progressão da cadeia, e escolha se deseja seguir o caminho do decaimento beta ou alfa daquele elemento.

Vale ressaltar que pretende-se fazer uma renderização desse evento de forma simplificada, em que o objetivo principal não é uma representação fidedigna das proporções atômicas, mas sim, a apresentação de uma cadeia de decaimento atômico de maneira didática.

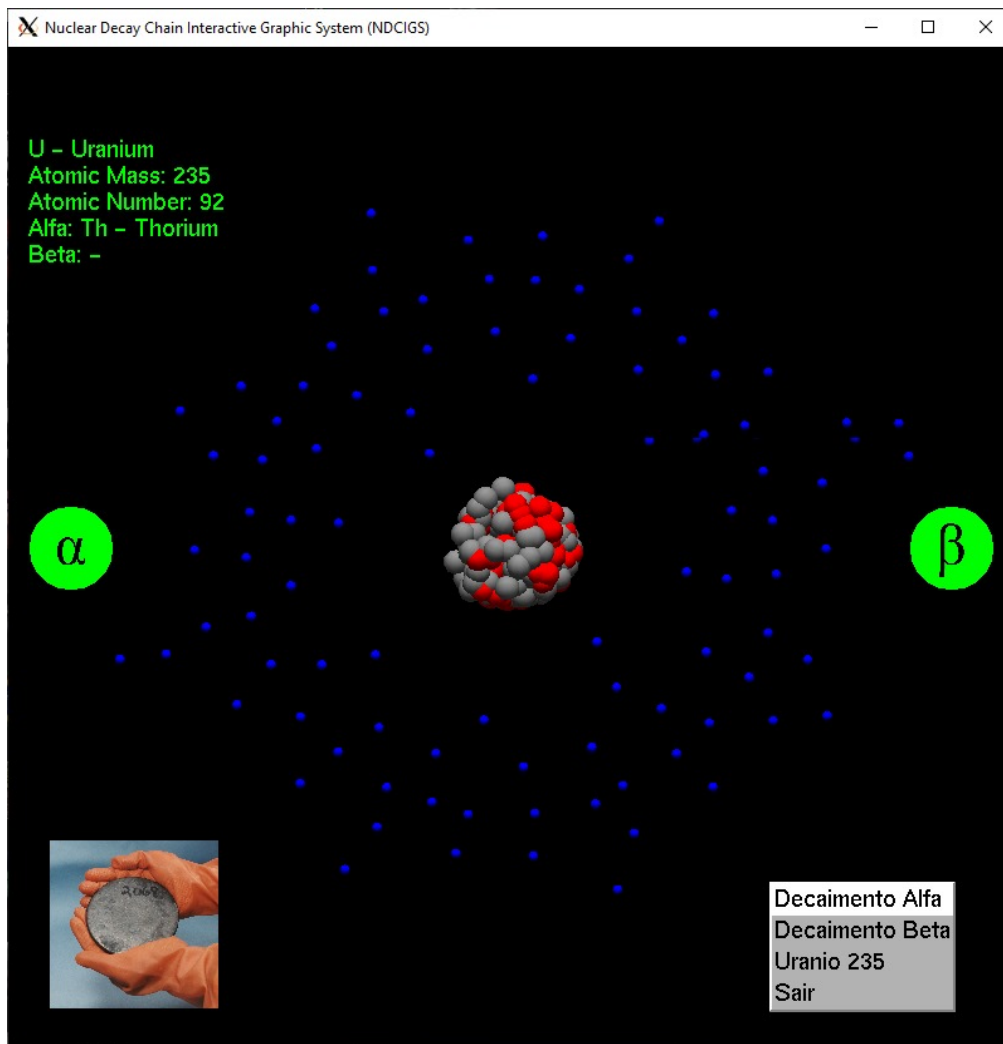
Visão geral do programa



Interface inicial do programa

O programa consiste em diversas telas, cada uma referente a um elemento atômico presente na tabela de decaimento. No canto superior esquerdo encontramos as principais informações sobre aquele átomo, como o número atômico e a massa atômica, bem como qual é o elemento formado caso ele passe por um decaimento alfa ou beta. Se não houver a possibilidade de um dos decaimentos é mostrado na tela um '-'. No canto inferior esquerdo se encontrará uma imagem impressa daquele elemento no plano macro.

Nas extremidades têm-se a presença de dois botões, que quando clicados encaminharão para a tela decorrente do decaimento alfa (lado esquerdo) ou beta (lado direito). Caso o usuário clique no botão e não houver possibilidade de decaimento, nada acontece. A mesma ação pode ser feita através das teclas 'a' e 'b' do teclado, e também através do menu interativo que aparece ao clicar no botão direito do mouse. Além dessas duas ações ele inclui um botão que permite retornar ao início da simulação com o Urânio 235, o que também pode ser feito com a tecla 'u', e outro que garante o fechamento do programa, possível também pela tecla 'esc'.

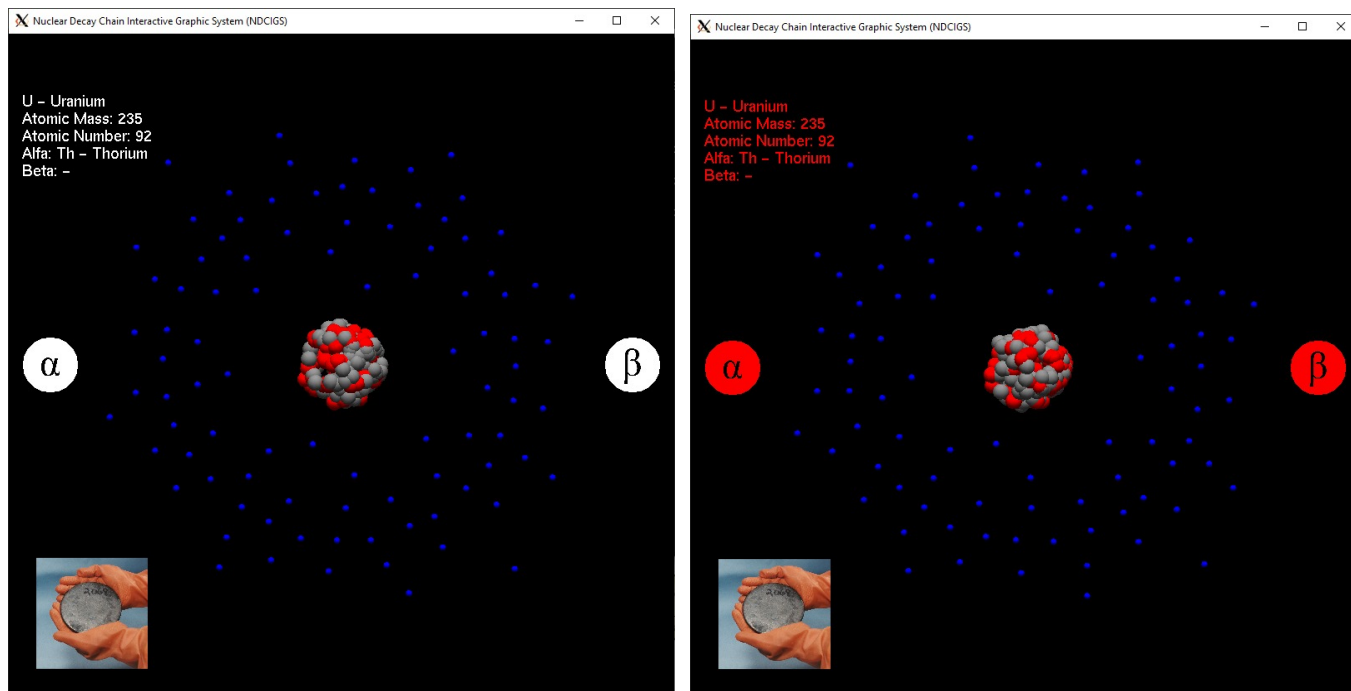


Interface com o menu interativo

Ao centro encontra-se a representação gráfica do átomo, sendo o núcleo composto pelas esferas vermelhas e cinzas, representando os prótons e nêutrons, a parte exterior pelas esferas em azul espalhadas ao redor, representando os elétrons. Vale ressaltar que o número de elétrons é relativo ao número atômico do elemento e varia de elemento para elemento, assim como a sua dispersão na eletrosfera segue o modelo de distribuição de Linus Pauling. O átomo inicia um movimento de rotação quando o usuário aperta o botão esquerdo do mouse e o ângulo de rotação pode ser controlado pelo usuário através das teclas '+'/'=' (aumentar) e '-'/'_' (diminuir).

O usuário também tem a liberdade de alterar a coloração da interface através das teclas F1 a F7, cada uma torna a interface de uma cor específica seguindo a tabela abaixo:

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Branco	Magenta	Azul	Ciano	Verde	Amarelo	Vermelho



Ao pressionar F1 a interface se torna branca e ao pressionar F7 a interface se torna vermelha.

Código

Levando em consideração a extensão do código, não analisaremos ele por completo, mas comentaremos as principais partes do programa. O código na íntegra está anexado à entrega do relatório e uma explicação detalhada do código pode ser encontrada no roteiro..

A primeira parte é composta por blocos que contém as declarações de tipos especiais, como o struct com as informações dos átomos, de constantes, das variáveis e funções utilizadas ao longo do programa. Logo em seguida vem o 'main' que vai iniciar o GLUT e que contém um loop para que o programa execute em ciclos. Seguimos com uma função init-glut que vai inicializar o GLUT, os parâmetros da janela principal da interface e do menu interativo e define algumas funções callback, bem como alguns parâmetros do OpenGL.

A segunda parte é composta pelas diversas funções callback em que cada uma lida com alguma particularidade do código como o display, o redimensionamento da janela, os inputs do teclado e mouse, o timer e o menu. Num terceiro bloco encontramos as funções responsáveis por desenhar os objetos que são renderizados na tela, desde os componentes do átomo, até os textos que são impressos e a interface do programa, há aqui também uma função responsável pelo efeito de rotação dos elétrons do átomo.

Por fim, encontramos algumas funções de ações diversas que são executadas no programa. Há por exemplo, uma função que analisará a posição do mouse para saber em que botão o usuário está clicando, outras que são responsáveis pela análise da possibilidade de um decaimento alfa ou um decaimento beta. Está presente também uma função que renderiza os textos impressos, uma segunda responsável por carregar o arquivo da textura que é referente ao átomo atual e por fim à função que é responsável pela distribuição dos elétrons nas camadas do átomo, seguindo o modelo de distribuição eletrônica de Linus Pauling, para que os elétrons não ocupem posições completamente aleatória e nem fiquem aglomerados.

Teste de campo

O teste de campo foi realizado com quatro usuários, sendo um deles químico e outros três não possuem conhecimento na área. O teste correu sem problemas, os usuários acharam a interface amigável e de fácil compreensão. Como a ideia inicial era propor algo didático e que pudesse ser utilizado em sala de aula, o fato de os usuários terem achado o programa intuitivo mostra que o objetivo do projeto foi alcançado.

Mudanças para versões futuras

Durante o teste de campo foram levantadas sugestões de pequenas mudanças para versões futuras do programa.

O funcionamento do código é com base na tabela de decaimento, para aqueles que não tem conhecimento na área, a decisão de que caminho de decaimentos seguir para chegar ao chumbo, que é o elemento mais estável, acaba sendo intuitiva. Assim, foi sugerido que dentro do próprio programa adicionássemos a tabela de decaimento, para que o usuário pudesse escolher o melhor caminho. Adicionando a essa ideia, pensamos em gameficar o programa, mantendo um registro na tela de todos os caminhos que o usuário traçar, permitindo assim, que ele mapeie todos os caminhos possíveis.

Foi levantada a possibilidade da utilização do modelo de Schrödinger para que o programa fosse utilizado por estudantes de graduação e pós. Contudo, após a elaboração da ideia, concluímos que a utilização do modelo de Schrödinger não seria graficamente compreensível e não teria muito valor aplicável adicioná-lo ao programa. No entanto, seria possível a adição de outros modelos atômicos, além do de Bohr, à biblioteca. Visando uma aplicação pedagógica, essas adições teriam grande valor em salas de aula do ensino básico, ao permitir que o aluno tenha uma visão interativa e 3D dos diferentes modelos atômicos. Foi sugerido também a adição de uma animação entre as transições dos elementos, podendo ser mostrado um elétron sendo ejetado, por exemplo. Pretendemos também disponibilizar uma versão do programa em português.

Por fim, com relação à interface, alguns usuários se incomodaram com o movimento constante do átomo, nos trazendo a necessidade de uma opção de torná-lo estático. Foi também sugerido que houvesse mais informações na tela sobre o uso daquele elemento que está sendo mostrado.

Conclusão

O programa conseguiu cumprir os objetivos iniciais propostos, ou seja da elaboração de um software que pudesse representar graficamente o decaimento atômico de maneira didática. O teste de campo nos confirmou a possibilidade de aplicação do software dentro de salas de aulas, para que o mesmo seja usado com fins pedagógicos. O conteúdo dado em aula foi utilizado na elaboração do projeto, desde a construção de formas geométricas simples até os conhecimentos e aplicações de textura e iluminação sobre formas com geometria tridimensional. A elaboração do presente projeto nos permitiu expandir e aplicar o conteúdo dado em aula, nos impulsionando a buscar diversas funções e bibliotecas relativas ao OpenGL que nos possibilita obter o resultado desejado. A possibilidade de melhorias futuras nos confirma a aplicabilidade do programa em situações do mundo real.

Referências:

- NEIDER, Jackie; DAVIS, Tom; WOO, Mason. **OpenGL programming guide**. Reading, MA: Addison-Wesley, 1993.
- Uranium 235 and Uranium 238. **Washington University in St. Louis**. Disponível em <<https://sites.wustl.edu/hazardouswaste/radionuclides/uranium/>>. Acesso em 11 de dezembro de 2023.